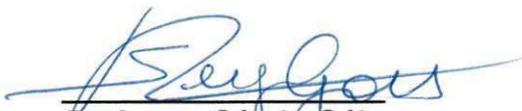


# ANALOGIAS DAS REDES DE TRANSPORTES E REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA COM APLICAÇÕES DE SIG

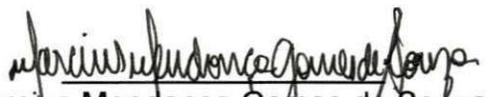
## UM CASO DE ESTUDO NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE

### Relatório de Estágio Institucional Supervisionado

Professor Orientador:

  
Professor Sérgio Góis  
sgois@dec.ufpb.br

Aluno Orientado:

  
Marcius Mendonça Gomes de Souza  
Matrícula: 29321283  
marcius.souza@uol.com.br

Campina Grande  
Maio - 2001



Biblioteca Setorial do CDSA. Agosto de 2021.

Sumé - PB

## ÍNDICE

1.0 – INTRODUÇÃO	02
2.0 – METODOLOGIA	07
3.0 – DESENVOLVIMENTO	08
3.1 - Rede de Transportes	10
3.2 - Rede de Abastecimento de Água	12
3.3 - As Redes	16
3.4 - Uma Rede Inteligente	17
4.0 – CONCLUSÃO	19
5.0 – BIBLIOGRAFIA	20

## 1.0 - INTRODUÇÃO

As Redes de Transportes e as Redes de Abastecimento de Água apresentam similaridades, cada qual com as suas respectivas funções. Observa-se que ambas as redes percorrem caminhos parecidos para alcançarem os objetivos de cada uma e, nem sempre, esses caminhos são otimizados, resultando em obras de custo mais elevado a curto, médio e longo prazo.

As redes são compostas de nós e links para representar a ligação entre dois, ou mais, pontos. Os nós, geralmente, representam junções e os links são extensões homogêneas entre as junções.

Tratar as analogias existentes entre esses dois tipos de redes pode contribuir para minimizar os custos de implantações dessas redes, assim como torná-las inteligentes, capazes de fornecer informações sobre o tráfego e o abastecimento de água por um mesmo meio. Uma atividade conjunta de órgãos públicos, de atuações diferentes no governo, permite benefícios maiores à população e em um caso como esse, o governo, os prestadores dos serviços e a população (usuários) podem ter significativos benefícios.

Segundo o Professor Vem Te Chown, ex-presidente do Official Journal of the Water International nos anos 70:

“... Today, water is often considered as a commodity that has economic values and as a right that is subject to legal, social and political disputes.”

Três décadas se passaram e esse pensamento está atualizado, sem exageros que talvez não sejam percebidos por nós que temos um bom abastecimento de água, a um custo baixo ao consumidor e uma diversidade de clima e região que proporciona condições excelentes a trabalhos científicos dessa natureza.

O *home sapiens* foi nômade durante um longo período. As espécies dessa época deram os primeiros passos ao progresso com ferramentas primitivas que eram confeccionadas com materiais encontrados na própria natureza, como madeira, ossos e pedras. Alguns desses materiais serviam, também, para a construção das moradias

primitivas ou para proteger as entradas das cavernas, do clima, dos animais e até de outros humanos. E as regras que se destacaram nas civilizações primitivas foram:

1. A água era necessária para beber;
2. A água era vista naturalmente como uma enchente;
3. A água servia tanto para pescar como para um ambiente de lazer.

Da mesma forma, o espaço ocupado reduzido não permitia grandes rotas. Os caminhos eram realizados na direção das fontes de abastecimento e desbravando a natureza atrás da caça para a sustentação diária.

E esse homem primitivo ainda não modificava o ambiente aquático para as suas próprias necessidades.

Depois de uma determinada época, os humanos tornaram-se agricultores sedentários e, então a água **começou** a participar de uma regra crucial no desenvolvimento das primeiras civilizações. O quadro geral da época era composto pelo aspecto sedentário da agricultura, com a presença de animais domésticos, requerendo um suprimento de água para beber. As fontes, os lagos e os rios eram as primeiras fontes de suprimento de água sustentável durante as estações secas. E dessa forma determinavam a localização das primeiras comunidades agrícolas. A irrigação destaca-se como uma das primeiras tecnologias do ser humano. As áreas de aluviões ao longo dos rios ofereciam solos mais férteis. Mais cedo ou mais tarde os problemas das enchentes mereceriam soluções, ou ajustes a convivência com esse fenômeno, que eram encontradas aprendendo a como construir níveis de proteção e diques.

Tanto as enchentes como as proteções contra inundações necessitavam de uma sociedade organizada e essa característica proporcionou o desenvolvimento dos primeiros estados organizados ao longo das áreas inundáveis de grandes rios.

Os rios navegáveis ofereciam um transporte barato no escoamento da produção agrícola e com simples barcos tinham acesso à pesca. Conseguiram desenvolver técnicas que aproveitava o fluxo de água para irrigar áreas. Assim, os suprimentos de água, à defesa contra enchentes, a navegação e a tecnologia de pesca foram as

primeiras contribuições do desenvolvimento dos Recursos Hídricos a evolução das civilizações.

As primeiras rotas surgiram até os pontos de embarque da época. Começavam a rotas de escoamento até o embarque e através dos rios, as rotas navegáveis se definiam a cada produção agrícola gerada pela população. De forma bastante rudimentar, as redes de transporte montavam-se para suprir a necessidade do homem.

Na Idade Média, redescobriram várias características da antiga civilização grega e quase depois de chegar próximo ao esquecimento, a Europa contribuiu na manutenção da cultura e do renascimento científico. O desenvolvimento no uso da água colaborou com o início de alguns princípios básicos da ciência Hidráulica. Alguns princípios de fluxo de água foram avançados e testados, resultando na mecânica dos fluidos dos dias atuais, na hidráulica, na engenharia hidráulica e no desenvolvimento dos Recursos Hídricos, como ciência.

As estruturas hidráulicas, desde a tecnologia da irrigação até a piscina, desenvolveram-se muito na Idade Média, alcançando resultados mais significativos com o advento de melhores materiais.

O transporte de pessoas e mercadorias começa a influenciar o dia-a-dia das cidades devido ao cumprimento de horários, ao limite de pessoas transportadas por meio de transporte, etc...

Nos tempos modernos, a chegada da Era Industrial e da sociedade industrial causou uma explosão no desenvolvimento dos Recursos Hídricos. A Revolução Industrial não teria acontecido da mesma forma se os suprimentos de água para o processo industrial, para o consumo humano e a drenagem das águas nas cidades não tivessem alcançado os méritos que alcançaram. As primeiras reservas de água foram construídas no século 19, durante as fases iniciais da Revolução Industrial. Pela primeira vez, uma revolução produziu um novo fenômeno: a alta poluição física, biológica e química da água em ambiente aquático.

Todos os quatro tipos de tecnologia sobre água foram compartilhados na era da Revolução Industrial:

- a) Desenvolvimento dos Recursos Hídricos;
- b) Conservação de água;
- c) Controle da água;
- d) Proteção de ambientes aquáticos das conseqüências das atividades humanas.

Esse desenvolvimento significou a criação de estruturas civilizadas com suprimento de água sustentável, geração de eletricidade através das quedas d'água, rios, canais, recreação e outras estruturas similares.

A Era Industrial marcou o desenvolvimento dos Transportes com o advento de equipamentos auto propulsores, movida à explosão do combustível gerando energia mecânica e elétrica para os veículos. O motor começa a fazer parte de diversos setores da indústria, contribuindo para aumentar a produção de bens, conseqüentemente, necessitando de distribuir esses bens, necessitando transporta-los para atender os mercados consumidores. Todo esse advento influencia, diretamente, o comportamento do tráfego e o aumento do volume de meios de transportes.

Conservação significa o uso eficiente da água onde a necessidade de água poderia ser satisfeita com a quantidade mínima, tão bem quanto à redução de perda de água por evaporação, evapotranspiração e perda direta de água fresca para o mar. Controle de água significa combater as conseqüências devastantes de enchentes incontroláveis. Proteção da água significa defender os ambientes naturais das sempre crescentes gerações de poluentes pela indústria moderna e sociedades pós-industrial.

A energia hidráulica foi desenvolvida devido a novas tecnologias e novos materiais, suprimindo as indústrias, inicialmente, com energia mecânica e mais tarde com máquinas a vapor e eletricidade para as cidades e indústrias.

As novas cidades e indústrias precisavam de proteções contra inundações, de purificação de água, da evacuação dos gases, líquidos e sólidos dos dejetos.

As primeiras décadas do século 20 caracterizaram-se por diversos desenvolvimentos em Recursos Hídricos em caráter conceitual. O século 19 mostrou, principalmente, a concepção de estrutura simples na solução particular de problemas.

Uma simples reserva pode ter provido água nos períodos secos. Um simples canal pode ter servido a proposta. Com o tempo, mais algumas estruturas de igual ou similar característica foram necessárias e construídas, significando a transição ocorrida da aproximação da simples estrutura para a concepção de múltipla estrutura, satisfazendo as funções complexas e as conexões que restavam. Dessa forma, surge a concepção de Recursos Hídricos.

A contribuição do desenvolvimento dos Recursos Hídricos para a civilização no mais avançado país industrializado, em meados do século 20, trouxe pré-disposição econômica do uso aproximado da multiestrutura, multiproposta e multipesquisa buscando a integridade e um planejamento compreensivo.

A razão básica de tal aproximação não era, somente, o fator econômico e eficiente do uso da pesquisa, mas, também, porque a demanda de água e outras atividades relacionadas à água nas principais áreas somaram-se ao total das avaliações de regiões de água.

E da mesma forma que se precisa controlar o percurso e o consumo da água, o tráfego necessita de controles parecidos para evitar os problemas vivenciados por nós, atualmente.

## 2.0 - METODOLOGIA

Como o objeto desse trabalho é mostrar as analogias existentes entre as Redes de Transportes e as Redes de Abastecimento de Água. Algumas singularidades são encontradas e destacá-las deve permitir que algumas condições técnicas sejam aprimoradas para um planejamento das vias de acesso, otimizando o uso sobre a via e o uso do subsolo.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma ferramenta baseada na precisão da localização geográfica através de aparelhos de GPS (Geographic Position System) que se comunicam com satélites na órbita do planeta e composto com um banco de dado “alimentado” de informações relativas à área em estudo. Os resultados alcançados são, por exemplo, a digitalização de mapas, o georreferenciamento de espaços e armazenamento de informações (dados) sobre os objetos existentes nos mapas.

Esse trabalho foi executado seguindo as seguintes etapas:

a) Primeiramente, uma análise do mapa digital da cidade de Campina Grande para coletar informações tais como localização geográfica das ruas, avenidas, acessos de escoamento do tráfego urbano da cidade e zonas de ocupação como, por exemplo, zona residencial, zona comercial, zona escolar e outras.

b) A seguir, uma análise parecida a Rede de Abastecimento de Água, identificando no mapa digital da cidade as diferentes tubulações, os reservatórios, as caixas d'água e as peças hidráulicas importantes para o sistema de abastecimento e conservação.

c) Depois, a junção desses mapas (ou sobrepor os mapas) para destacar regiões, ou trechos, aonde poderia haver um planejamento de otimização das vias de acesso, transformando uma simples via em uma via inteligente, capacitada para transportar (abaixo e acima do nível das ruas) e informar diversos serviços.

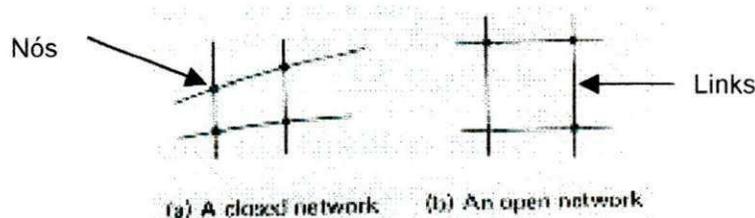
d) Por fim, com o traçado atual das ruas, permite um planejamento com o objetivo de expandir a rede inserindo uma concepção de que aonde houver uma Rede de Tráfego, haverá uma estrutura física preparada para receber Rede de Abastecimento de Água, ou vice-versa.

### 3.0 - DESENVOLVIMENTO

A definição e a denominação de Redes popularizou-se com o advento dessa tecnologia para a transmissão de dados através de computadores. Todavia, as Redes de Transportes e as Redes de Distribuição de Água surgiram com as necessidades do homem de ir e vir, e de transportar a água para o uso na agricultura, para o consumo, com o objetivo de armazenamento, etc.

O conhecimento sobre esse sistema baseado em conexões, de interligações, de junções entre pontos através de links e nós se desenvolveu na tentativa de planejar melhor a implantação e funcionamento porque não se trata de um sistema de baixo custo.

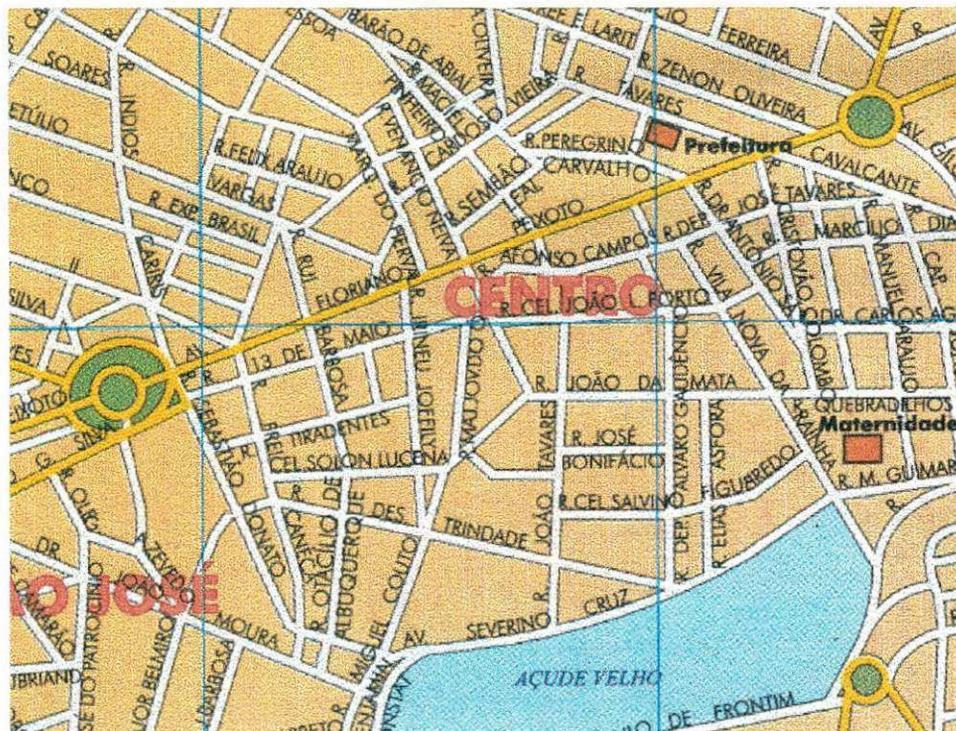
Partindo-se do princípio de que tudo que entra por um meio deve sair através de outro, devendo ser transportado através desse meio, em situações tais como apresentadas abaixo, por exemplo: Redes Abertas ou Redes Fechadas. Todavia, essa saída pode ter diferentes formas, como por exemplo: o consumo, a perda, o consumo atípico favorecendo a mudança do comportamento regular, o volume flutuante irregular devido ao comportamento do tráfego no meio, etc...



Em uma Rede Fechada, o volume que está dentro dessa rede não se dissipa sem passar por pontos de estrangulamento (nós), ou pontos de desvios, permanecendo ali até existir alguma forma de direcionar o fluxo desse volume. Em uma Rede Aberta, destaca-se pela ausência de pontos de estrangulamento porque existe uma maneira de fluir o volume pelos acessos ou através do consumo, por exemplo.

A analogia comparativa dos dois tipos de redes destaca-se quando os "NÓS" são os pontos de interseção na Rede de Transportes e os joelhos, as curvas e os tês são os

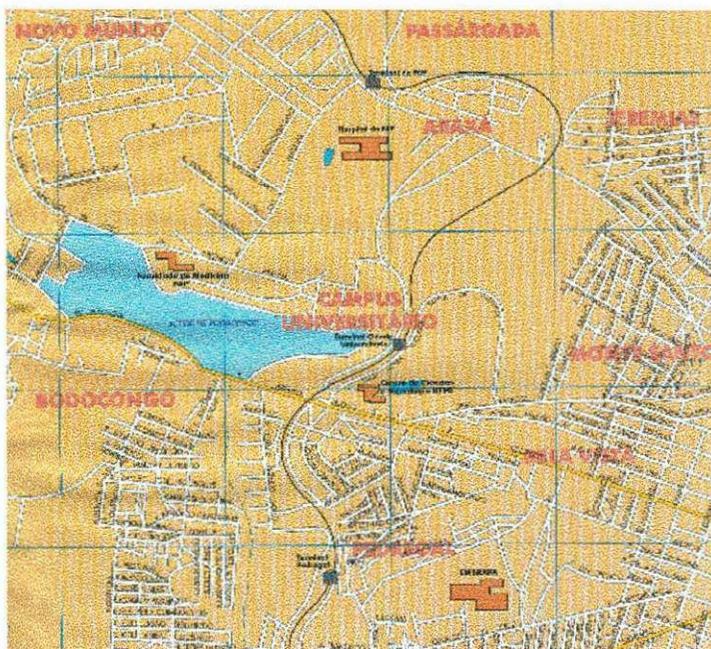
pontos de interseção na Rede de Distribuição de Água. Da mesma forma, os “LINKS” podem ser vistos como ruas, avenidas ou acessos de tráfego numa Rede de Transportes ou tubulações em uma Rede de Distribuição de Água.



Nó e Link da Região Central de Campina Grande  
Vista Parcial - Rede de Transportes

E pode-se observar no mapa do Setor 10 da CAGEPA (em anexo) que na grande maioria das vias de acesso existe alguma tubulação da Rede de Distribuição de Água. Entretanto, essas redes apresentam-se como estivessem em redes distintas, separadas do meio que as conduzem. Como as peças hidráulicas da Rede de Abastecimento de Água necessitam de manutenção, assim como a Rede de Transportes por onde circula o tráfego, ambas deveriam ter uma estrutura física que comportasse a convivência entre ambas de forma a resultar em manutenções e reparos com custos minimizados durante a vida útil dessas redes.

### 3.1 - Rede de Transportes



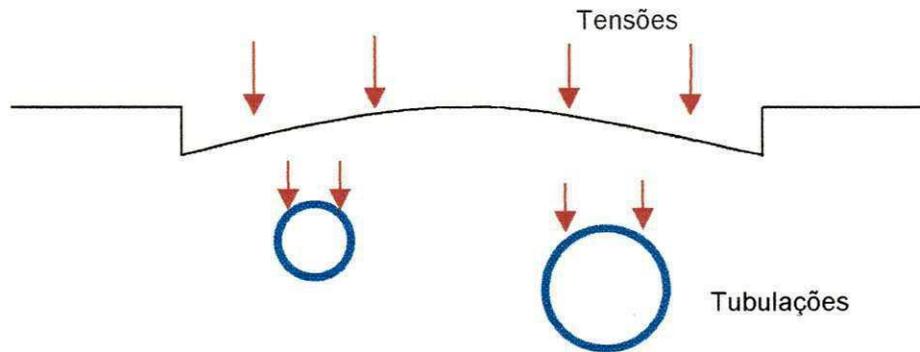
Mapa com Vias de Tráfego

Rede de Transportes de Campina Grande

O mapa acima apresenta uma visão parcial da Rede de Transportes em Campina Grande. Após o tratamento digital, a precisão apresenta-se como anexo desse relatório.

Baseado nas etapas do estágio, a primeira etapa serviu para visualizar o mapa digital da cidade de Campina Grande no trecho do Setor 10 (em anexo). Essa etapa mostrou que nas principais ruas dessa área existem trechos com tubulações, o que revela uma área bem atendida. As ruas, mesmo que em alguns pontos sejam estreitas, são suficientes para comportar o diâmetro da tubulação que percorre o subsolo.

O tráfego nessas ruas deve ser levado em consideração para se ter conhecimento da energia de compactação que está sendo aplicada no local e, assim, ter como aferir alguma tensão sofrida pela tubulação. Essa informação permite decidir algumas atuações durante a execução do trecho, não somente reservando a atenção à questão de pavimentos, mas também a questão de maior possibilidade de rompimento das tubulações, resultando em um custo na manutenção dessa rede.



O tráfego pode influenciar no custo de manutenção da Rede de Distribuição de Água. Entretanto, com o georreferenciamento da rede, torna-se possível desviar rotas de tráfego para não atingir regiões que não tem um dimensionamento para suportar as energias de compactação aplicada pelos veículos. O planejamento das vias de tráfego pode até permitir que as rotas sejam pré-definidas quanto a desvios em decorrência de manutenções da rede hidráulica. Por exemplo: se em uma determinada rua existe uma tubulação de água muito importante, essencial para o abastecimento de reservatórios, é ponderado evitar o tráfego pesado nessas ruas, como rotas de ônibus ou caminhões porque existe a possibilidade desse tráfego reduzir a vida útil da peça hidráulica e no momento de um serviço preventivo ou de um serviço remediador, o desconforto causado ao tráfego será de grandes proporções.

Porém existem situações inevitáveis como ter grandes tubulações atravessando zonas comerciais. Nesses casos, se ali foi planejado esse tipo de atividade, deve-se tomar medidas preventivas no tratamento do pavimento para reduzir os bulbos de pressão após as camadas de solo abaixo do pavimento.

### 3.2 - Rede de Abastecimento de Água

Na Rede de Abastecimento de Água existem os Anéis Hidráulicos que são um sistema fechado, e compostos de sub-anéis hidráulicos. O fornecimento de água para esse anel é dado através de um reservatório que alimenta o anel com uma vazão de entrada ( $Q_e$ ) e aferido por um **Macro Medidor**. O consumo é gerado pela população e medido através de aparelhos que são os **Micro Medidores**, os quais aferem o consumo individual da parcela da vazão de entrada distribuída no anel.

$$Q_{MacroMedidor} = \sum Q_{MicroMedidor} + \Delta_p$$

$$Q_{MacroMedidor} - \sum Q_{MicroMedidor} = \Delta_p$$

O mapa digital fornece os pontos georreferenciados das peças hidráulicas que compõem o anel hidráulico. Essa ferramenta possibilita informações tais como: traçado georreferenciado da tubulação dos anéis e localização georreferenciada de peças hidráulicas especiais (Medidores Proporcionais, Válvulas Borboletas e Ventosas), medidores de consumo individuais (**Micro Medidores**) e medidores de pressão. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) contém um banco de dados com informações técnicas para a distribuição de água, por exemplo: as principais características dos condutos.

Analisando o mapa digital com as tubulações existentes na malha hidráulica da cidade destaca-se a amostra que é um conjunto de sub-anéis contido no Setor 10 da CAGEPA. Todavia, a análise de apenas um sub-anel do sistema de abastecimento da cidade vai ser suficiente para o estudo.

O anel hidráulico fornece o volume de consumo de cada usuário através dos **Micros Medidores** e essas informações são coletas "in loco", atualmente. No SIG tem-se a localização dos medidores de cada usuário. O nível de consumo mostra o perfil do usuário e isso pode contribuir para um melhor dimensionamento do abastecimento, controlando-se a vazão fornecida de forma mais eficiente. A coleta de dados sobre o anel hidráulico mostra toda a configuração, o que informa ao prestador do serviço se aquele anel é, ou não, um anel com maior probabilidade de pontos críticos, sejam eles

referentes ao fornecimento da vazão para abastecimento, ao risco de danos a rede e ao consumo irregular.

A coleta de dado apresenta o perfil de consumo da área abrangente pelo anel hidráulico. Assim, indica-se os períodos de maior consumo e necessidade de demanda do fornecimento de água, mas o sistema atual não permite aferir as informações “just in time”.

As perdas ocorridas em uma rede de distribuição atingem valores absurdos e que devem ser contidos, reparados rapidamente para evitar a perda de um líquido que já foi tratado e está adequado ao consumo humano. Detectar esse ponto de desperdício pode ser muito difícil por não está visível no sistema, mas medidores de pressão colocados na rede de distribuição, em locais pré-determinados, podem ajudar a detectar esse ponto crítico mesmo havendo um período considerado até o reparo. A variação de pressão é aceitável até um certo parâmetro, ou seja, existe um desvio padrão para cada região com característica de consumo diferente. Uma vez que esses limites são ultrapassados, dever-se-á designar uma averiguação em campo para detectar a fonte causadora daquele efeito.

As informações disponíveis sobre as peças hidráulicas do Setor 10 (região definida pela CAGEPA e utilizada como área modelo para o estágio) são as seguinte:

a) Localização Geográfica do Reservatório ( SAD 69 - UTM ):

Latitude Leste:	179902,54
Longitude Sul:	9200588,09

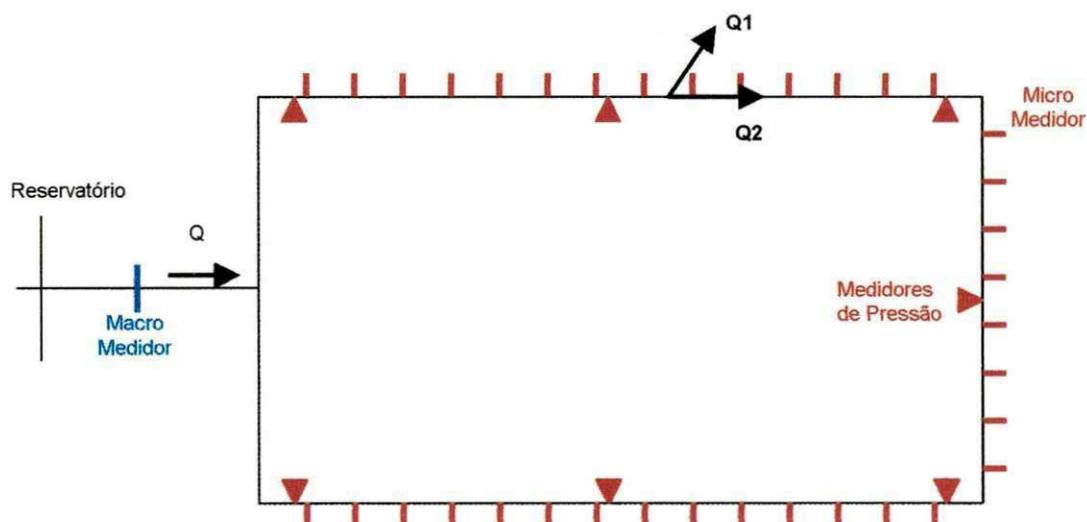
b) Volume do Reservatório: 8000m<sup>3</sup>

c) Casa de Bombas:	Quantidade:	5 unidades de bombeamento
	Marca:	Mark Peerless 150cv
	Vazão:	324m <sup>3</sup> /h/bomba
	Rotação:	1750 rpm
	Altura Manométrica:	74 mca/bomba
	Funcionamento:	24h/dia

- d) Área Abastecida pelo Setor 10: 10,45 Km<sup>2</sup> (1045 há)
- e) Medidores Proporcionais: 04 unidades
- f) Válvula Borboleta: 02 unidades com d = 500mm
- g) Ventosa: 03 unidades

A tubulação do anel hidráulico deve ser monitorada em diversos aspectos e um deles é quanto à manutenção da rede física. Com as informações existentes no banco de dados do projeto SIG - CAGEPA, foi possível determinar um comprimento médio de tubulação por diâmetro, por material, que é uma média de 403m de tubulação por diâmetro, por material. Uma outra variável na avaliação dos pontos críticos do anel hidráulico, com relação à prevenção e manutenção física da rede, é o tempo médio de uso da tubulação que atinge uma utilização média de 29 anos. De acordo com esses dois valores médios, especificações técnicas dos materiais utilizados na tubulação permitem apontar pontos críticos no anel hidráulico, porém como não existe uma visualização da tubulação, tudo é baseado em possibilidades e somente após algum dano ocorrido é que será averiguado o material contido no sub-solo.

O desenho abaixo mostra um exemplo de um anel hidráulico:



Os medidores de pressão distribuídos na Rede de Distribuição de Água em pontos tecnicamente estabelecidos podem contribuir para informar ao sistema a localização mais aproximada do ponto problemático.

Analisando as Equações da Continuidade  $Q = V \cdot A$  e da Energia  $E = \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2 \cdot g} + z$ , pode-se determinar pontos estratégicos na coleta dos dados para pressão existentes no anel hidráulico. Os valores apresentados nos medidores de pressão podem determinar averiguações na rede. E como esses medidores de pressão são georreferenciados, possibilita trabalhar as informações em cima do mapa digital da cidade e detectar possíveis regiões deficitárias.

A vazão do Macro Medidor deve ser igual à somatória da vazão dos Micros Medidores:

$$Q_{Mm} = \sum Q_{mm}$$

A diferença entre eles é igual à Diferença de Pressão:

$$Q_{Mm} - \sum Q_{mm} = \Delta P$$

A Diferença de Pressão pode apresentar comportamentos atípicos. Então, existe possibilidade de existir um ponto crítico no consumo como perdas ou consumo irregular, conhecido como "gato". Com as informações de Diferença de Pressão no banco de dados e a localização georreferenciada do medidor da pressão que detectou esse comportamento na rede, tem-se, no mapa digital, da região problemática.

### 3.3 - As Redes

Nas Redes de Transportes, as interseções são pontos redutores de velocidade e de distribuição do tráfego para as diversas zonas de ocupação. Em determinado horário, o comportamento nas interseções é alterado devido o volume de veículos que se encontra numa mesma área, durante um período menor. Daí, a necessidade de aumentar as dimensões das vias para ter espaço de acomodação ou, talvez uma solução mais econômica, alternar o horário de fluxo de veículos na direção da interseção congestionada.

Existem algumas maneiras de se aferir as capacidades das interseções e existem maneiras de informar ao condutor dos veículos as condições das interseções, dando-lhes opções de acesso ao seu destino através, por exemplo, de uma rota alternativa ("by pass"), caracterizada pode ter uma maior distância, mas que é percorrida em igual ou menor tempo devido ao volume de tráfego adequado a rota.

A analogia existe entre as Redes de Transportes e as Redes de Abastecimento de Água por motivos que envolvem soluções similares, respectivamente.

Na Rede de Abastecimento de Água, existem as válvulas de fechamento e abertura, isolando totalmente, ou parcialmente, o fluxo de água naquela direção. Existem outras peças hidráulicas como o tê, os joelhos, as curvas e diversas outras peças que modificam a velocidade do fluxo de água, desviando esse fluxo para diferentes usos. As tubulações estão dimensionadas para suportar um determinado volume, suportando a pressão causada na tubulação.

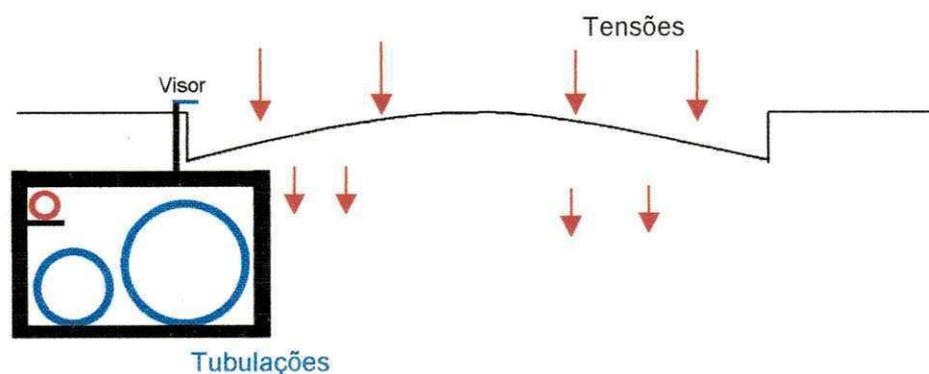
Como foi abordado anteriormente, ainda existe a energia de compactação exercida na tubulação proveniente do tráfego na Rede de Transportes que está sobre o solo.

### 3.4 - Uma Rede Inteligente

Uma vez que o solo sofre alterações para oferecer um serviço a população, deve-se aproveitar essa alteração e proporcionar mais de um serviço. Ou seja, no panorama atual, facilmente encontram-se vias de tráfego com a superfície danificada por outros trabalhos executados no sub-solo e que a única maneira de atingir o sub-solo é cortando o pavimento onde percorre o tráfego. Resultado: transtorno aos usuários, aumento do número de reclamações e, possivelmente, desgaste político aos administradores.

Sendo assim, uma vez ocupada a área do sub-solo onde na superfície é oferecida aos pedestres ou ao tráfego de veículos, através de uma espécie de túnel para conduzir as peças hidráulicas e, também, dimensionado para ser ocupado por outros serviços, por exemplo: a rede de telefonia (voz e dados) e a rede de eletrificação.

Tentar-se-á apresentar uma seção exemplo para essa execução:



Uma infraestrutura similar à apresentada pode transformar todo o conceito e comportamento de fiscalização, prevenção, reparos e informações sobre as redes: Transportes e Abastecimento de Água. Além de preparar a estrutura física para a implantação de redes inteligentes.

O custo pode ser rateado entre as empresas usuárias desses dutos que acompanharam as vias de tráfego que transportam pessoas e veículos na superfície e

transportam água, cabos de telefonia, tv a cabo, broad band e outros serviços. Uma estrutura como essa pode ainda ter contribuições de execução por parte daqueles que precisam controlar, informar e obter dados sobre as condições de tráfego e sobre as condições de abastecimento de água, por se tratar de um local reservado e menos exposto ao vandalismo, armazenando pequenas centrais eletrônicas responsáveis, entre tantas coisas, pela coleta de dados na superfície através de sensores, por exemplo, e do fornecimento de dados das tubulações que estão no sub-solo.

## 4.0 - CONCLUSÃO

As redes têm as suas próprias formas de cálculo de dimensionamento e de capacidade. Entretanto, o destino delas é chegar ao lugar aonde existe ocupação humana porque, na maioria dos casos, essa ocupação deve ser planejada com um nível satisfatório de condições de vida. Geralmente, atinge-se esse mérito através de boas condições de abastecimento de água (e esgoto) e de transporte para a população.

A analogia entre as Redes de Transportes e as Redes de Abastecimento de Água é diversificada e pode-se destacar algumas, por exemplo: o percurso utilizado por ambas as redes, as suas limitações de capacidade de acesso e de suportar pressões e no benefício causado ao usuário.

Como as Redes de Transportes e as Redes de Abastecimento de Água participam de um mesmo acesso, a construção deve ser otimizada com o objetivo de haver um menor custo final a população que paga por esses serviços através de impostos. Um outro benefício destacado com essa infraestrutura é criar condições reais de implantar sistemas inteligentes de coleta de dados.

Os serviços, atualmente, estão baseados na economia. As perdas não são aceitáveis com tanta simplicidade e são estudadas para que se encontre um ponto de perda mínimo possível para cada tipo de operação que precise ser desenvolvida. Então, as perdas na Rede de Abastecimento de Água devem ser contidas ao máximo para diminuir os custos e os desperdícios. E na Rede de Transportes esse gasto de energia destaca-se nos engarrafamentos, contribuindo com a poluição, também.

## 5.0 – BIBLIOGRAFIA

- TrafficEngineering – theory and practice  
Louis J.Pignataro – Library of Congress Cataloging in Publication Data  
Prentice-Hall, Inc.-Englewood Cliffs,N.J.-1973
- Hidráulica - Perda de Pressão
- SIG – Aplicações em Gestão Municipal
- Introdução ao Geoprocessamento  
Disciplina lecionada pelo Professor Sérgio Góis
- Abastecimento de Água – rede pública  
Disciplina lecionada pelo Professor Carlos Fernandes
- Modelos para Gerenciamento de Recursos Hídricos  
F.T.Barth; C.T.Pompeu; H.D.Fill; C.E.M.Tucci; J.Kelman; B.P.F.Braga  
Júnior – Coleção ABRH de Recursos Hídricos – Volume I – Editora  
Nobel/ABRH - 1987